

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-075060

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl. H04N 1/393
G06T 3/40
H04N 1/60
H04N 1/46
H04N 9/64

(21)Application number : 09-328283

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 28.11.1997

(72)Inventor : ITO WATARU

(30)Priority

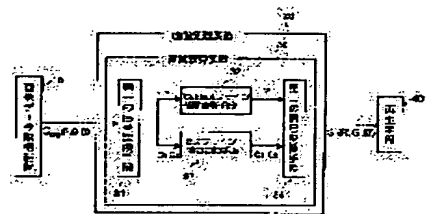
Priority number : 09176660 Priority date : 02.07.1997 Priority country : JP

(54) METHOD AND DEVICE FOR INTERPOLATING COLOR IMAGE DATA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an interpolated image which maintains the definition of an original image after data interpolation and does not have noise increase due to hue dispersion in an interpolation arithmetic unit of image data.

SOLUTION: A 1st signal converting means 31 converts each color signal R, G and B into a luminance color-difference signal YCC about original image data Sorg (R, G and B) which are inputted by an interpolation arithmetic unit 30, a cubic spline interpolation operating means 32 calculates an interpolation luminance signal Y' about a luminance signal Y, and a B spline interpolation operating means 33 calculates interpolation color-difference signals C1' and C2' about color-difference signals C1 and C2. After that, a 2nd signal converting means 34 converts the signals Y', C1' and C2' into interpolation color signals R', G' and B' and obtains interpolated image data S' (R', G' and B').

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-75060

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51) IntCl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 N 1/393

H 0 4 N 1/393

G 0 6 T 3/40

9/64

Z

H 0 4 N 1/60

G 0 6 F 15/66

3 5 5 C

1/46

H 0 4 N 1/40

D

9/64

1/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-328283

(22) 出願日 平成9年(1997)11月28日

(31) 優先権主張番号 特願平9-176660

(32) 優先日 平9(1997)7月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 伊藤 渡

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

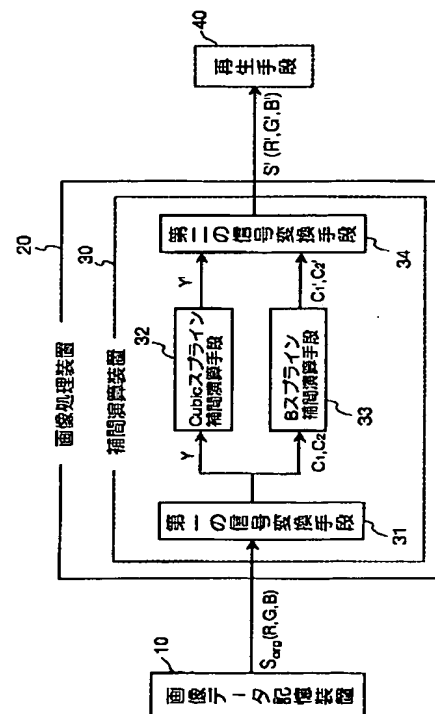
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 カラー画像データ補間方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 画像データの補間演算装置において、データ補間後に原画像の鮮鋭度を維持しつつ、色相のばらつきによるノイズの増加のない補間画像を得る。

【解決手段】 補間演算装置30に入力された原画像データ $S_{org}(R, G, B)$ について、第一の信号変換手段31により各色信号 R, G, B を輝度色差信号 YCC に変換し、輝度信号 Y についてはキュービックスプライン補間演算手段32において補間輝度信号 Y' を求め、色差信号 $C1, C2$ についてはビースプライン補間演算手段33において補間色差信号 $C1', C2'$ を求める。その後、補間輝度信号 Y' および補間色差信号 $C1', C2'$ を第二の信号変換手段34において補間色信号 R', G', B' に変換して補間画像データ $S'(R', G', B')$ を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間方法であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換し、前記輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色

10 差信号を求め、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするカラー画像データ補間方法。

【請求項2】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間方法であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝

20 度信号および色差信号に変換し、前記各画素データのうち肌色を示す画素データに対応する輝度信号については安定度重視の補間方法で、前記肌色を示す画素データ以外の画素データに対応する輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色

30 差信号を求め、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするカラー画像データ補間方法。

【請求項3】 前記鮮鋭度重視の補間方法がキュービックスプライン補間演算を用いるものであり、前記安定度重視の補間方法がビースプライン補間演算を用いるものであることを特徴とする請求項1または2記載のカラー画像データ補間方法。

【請求項4】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間装置であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第一の変換手段と、前記輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色差信号を求める輝度色差信号補間手段と、

40 前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換する第二の変換手段とを備え、前記第二の変換手段により変換して得られたR、G、B

の色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするカラー画像データ補間装置。

【請求項5】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間装置であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第一の変換手段と、前記各画素データのうち肌色を示す画素データに対応する輝度信号については安定度重視の補間方法で、前記肌色を示す画素データ以外の画素データに対応する輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色差信号を求める輝度色差信号補間手段と、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換する第二の変換手段とを備え、前記第二の変換手段により変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするカラー画像データ補間装置。

【請求項6】 前記輝度色差信号補間手段が、前記鮮鋭度重視の補間方法としてキュービックスプライン補間演算を用い、前記安定度重視の補間方法としてビースプライン補間演算を用いるものであることを特徴とする請求項4または5記載のカラー画像データ補間装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像データの補間演算方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、写真フィルムに記録された画像を光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することが種々の分野で行われている。そして、画像信号を得てこの画像信号に基づいて可視画像を再生するシステムにおいて、その可視画像のうち観察対象となる関心領域をより詳細に観察したいとき、その領域を拡大して再生することがある。この場合、拡大して再生に供する画像データの数を原画像に対応した原画像データのデータ数のままで拡大再生したのでは、人の視覚の特性上その拡大画像の鮮鋭度は原画像よりも相対的に低下したものと

50 認識される。このため画像を単に拡大再生しただけでは鮮鋭度が低下して画像の詳細な観察はできない。

【0003】そこで、原画像を読み取って得られた原画像データに対して所定の補間演算を施して原画像データ数とは異なるデータ数、具体的には拡大再生に際しては原画像データよりも多いデータ数の2次的な画像データである補間画像データを求め、この補間画像データに基づいて可視画像の再生を行うことによって、拡大再生した場合でも画像の鮮鋭度の低下を防止することができる。

【0004】このように画像データに対して補間演算を施す補間演算方法としては従来より種々の方法が提案されているが、一般に3次のスプライン補関数による方法がよく用いられている。この方法は、デジタル的に得られた原画像データ $\{Z_k\}$ を各区分ごとに3次関数 $\{f_k\}$ で結び、補間点の設定位置（上記各区分内での設定位置）における f_k の値を補間画像データとするものである。

【0005】このように原画像データを通過する補間演算は、鮮鋭度が比較的高い補間方法であり、例えばキュービックスプライン（Cubic スプライン）補間演算などが知られている。以下、このキュービックスプライン補間演算について具体的に説明する。

【0006】原画像からデジタル的に読み取って得られ*

$$f_k(x) = A_k x^3 + B_k x^2 + C_k x + D_k \quad (1)$$

キュービックスプライン補間演算においては、スプライン補関数 f_k は元のサンプル点（画素）を通ることと、その第1階微分係数が各区分間で連続することが必要とされ、これらの条件から下記式（2）～（5）を満たす必要がある

$$f_k(X_k) = Z_k \quad (2)$$

$$f_k(X_{k+1}) = Z_{k+1} \quad (3)$$

$$f'_k(X_k) = f'_{k-1}(X_k) \quad (4)$$

$$f'_k(X_{k+1}) = f'_{k+1}(X_{k+1}) \quad (5)$$

なお、 f'_k は関数 f_k の第1階微分（ $3A_k x^2 + 2B_k x + C_k$ ）を表すものである。

$$f'_k(X_k) = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1}) \quad (6)$$

同様に、画素 X_{k+1} における第1階微分係数が、その画素 X_{k+1} の前後の画素である X_k と X_{k+2} について、

これらの画像データ Z_k 、 Z_{k+2} の勾配 $(Z_{k+2} -$

$$f'_k(X_{k+1}) = (Z_{k+2} - Z_k) / (X_{k+2} - X_k) \quad (7)$$

ここで、各区分 $X_{k-2} \sim X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} \sim X_k$ 、 $X_k \sim X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} \sim X_{k+2}$ の間隔（格子間隔という）を1とし、画素 X_k からの画素 X_{k+1} 方向への補間点 X_p の位置を t ($0 \leq t \leq 1$) とすれば、式（1）～（7）より、

$$f_k(0) = D_k = Z_k$$

$$f_k(1) = A_k + B_k + C_k + D_k = Z_{k+1}$$

$$f'_k(0) = C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

$$f'_k(1) = 3A_k + 2B_k + C_k = (Z_{k+2} - Z_k) / 2$$

$$Z_p = f_k(t) = A_k t^3 + B_k t^2 + C_k t + D_k \quad (8)$$

で表すことができる。ここで上記各係数 A_k 、 B_k 、 C_k 、 D_k を式（8）に代入すると、

$$Z_p = \{ (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 2 \}$$

$$t^3 + \{ (-Z_{k+2} + 4Z_{k+1} - 5Z_k + 2Z_{k-1}) / 2 \}$$

$$t^2 + \{ (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2 \} t + Z_k$$

$$Z_p = \{ (-t^3 + 2t^2 - t) / 2 \} Z_{k-1}$$

$$+ \{ (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2 \} Z_k$$

$$+ \{ (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2 \} Z_{k+1}$$

* た連続する画素 X_{k-2} 、 X_{k-1} 、 X_k 、 X_{k+1} 、 X_{k+2} 、…の画像データ（原画像データ）を図2に示すようにそれぞれ Z_{k-2} 、 Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} 、…とする。ここで、3次のスプライン補関数は、各区分 $X_{k-2} \sim X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} \sim X_k$ 、 $X_k \sim X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} \sim X_{k+2}$ ごとにそれぞれ設定され、各区分に対応するスプライン補関数を f_{k-2} 、 f_{k-1} 、 f_k 、 f_{k+1} 、 f_{k+2} とする。この補関数はいずれも各区分の位置を変数とする3次関数である。

【0007】ここでまず、補間しようとする点（以下、補間点という） X_p が区分 $X_k \sim X_{k+1}$ の範囲にある場合について説明する。なお、区分 $X_k \sim X_{k+1}$ に対応するスプライン補関数 f_k は下記式（1）で表される。

【0008】

※【0009】ここで、キュービックスプライン補間演算は厳密には第2階微分係数の連続条件を含むが、この第2階微分係数の連続条件によれば演算式が複雑になるため、上述のように簡略化して用いるのが一般的である。

【0010】またキュービックスプライン補間演算においては、画素 X_k における第1階微分係数が、その画素 X_k の前後の画素である X_{k-1} と X_{k+1} について、これらの画像データ Z_{k-1} 、 Z_{k+1} の勾配 $(Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1})$ に一致することが条件であるから、下記式（6）を満たす必要がある。

※【0011】

★ $Z_k / (X_{k+2} - X_k)$ に一致することが条件であるから、下記式（7）を満たす必要がある。

★30 【0012】

☆したがって、

$$A_k = (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 2$$

$$B_k = (-Z_{k+2} + 4Z_{k+1} - 5Z_k + 2Z_{k-1}) / 2$$

$$C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

$$D_k = Z_k$$

なお、スプライン補関数 $f_k(x)$ は上述の通り、 $X = t$ なる変数変換をしているため、

$$f_k(x) = f_k(t)$$

となる。よって、補間点 X_p における補間画像データ Z

☆ は、

◆となり、これを画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} について整理すると、下記式（9）で表すことができる。

【0013】

5

$$+ \{ (t^3 - t^2) / 2 \} Z_{k+2}$$

ここで、原画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} の各係数を補間係数 c_{k-1} 、 c_k 、 c_{k+1} 、 c_{k+2} と称する。すなわち、式 (6) における原画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} にそれぞれ対応する補間係数 c_{k-1} 、 c_k 、 c_{k+1} 、 c_{k+2} は、

$$\begin{aligned} c_{k-1} &= (-t^3 + 2t^2 - t) / 2 \\ c_k &= (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2 \\ c_{k+1} &= (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2 \\ c_{k+2} &= (t^3 - t^2) / 2 \end{aligned}$$

となる。

【0014】以上の演算を各区分 $X_{k+2} \sim X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} \sim X_k$ 、 $X_k \sim X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} \sim X_{k-2}$ について繰り返すことにより、原画像データの全体について原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めることができる。

【0015】ところで、上記キュービックスプライン補*

$$f_k(x) = A_k x^3 + B_k x^2 + C_k x + D_k \quad (1)$$

において、

$$f_k'(X_k) = f_{k-1}'(X_k) \quad (4)$$

$$f_k'(X_{k+1}) = f_{k+1}'(X_{k+1}) \quad (5)$$

$$f_k''(X_k) = f_{k-1}''(X_k) \quad (10)$$

$$f_k''(X_{k+1}) = f_{k+1}''(X_{k+1}) \quad (11)$$

が条件となる。ただし、画素 X_k における第1階微分係 *

$$f_k'(X_k) = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1}) \quad (6)$$

同様に、画素 X_{k+1} における第1階微分係数が、その画素 X_{k+1} の前後の画素である X_k と X_{k+2} について、

これらの画像データ Z_k 、 Z_{k+2} の勾配 $(Z_{k+2} -$

$$f_k'(X_{k+1}) = (Z_{k+2} - Z_k) / (X_{k+2} - X_k) \quad (7)$$

また関数 $f(X)$ は一般に下記式 (12) に示すもので近似される。

$$f(X) = f(0) + f'(0)X + \{f''(0)/2\}X^2 \quad (12)$$

ここで、各区分 $X_{k+2} \sim X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} \sim X_k$ 、 $X_k \sim X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} \sim X_{k-2}$ の間隔 (格子間隔という) を1とし、画素 X_k からの画素 X_{k+1} 方向への補間点 X_s の位置を t ($0 \leq t \leq 1$) とすれば、式 (1)、(4) ~ (7)、(10) ~ (12) より、

$$f_k'(0) = C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

$$f_k'(1) = 3A_k + 2B_k + C_k = (Z_{k+2} - Z_k) / 2$$

$$f_k''(0) = Z_{k+1} - 2Z_k + Z_{k-1} = 2B$$

したがって、

$$A_k = (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 6$$

$$B_k = (Z_{k+1} - 2Z_k + Z_{k-1}) / 2$$

$$C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

ここで、 D_k は未知のため、

◆

【0020】

$$\begin{aligned} f_k(t) &= \{ (-t^3 + 3t^2 - 3t + D_k) / 6 \} Z_{k-1} \\ &\quad + \{ (3t^3 - 6t^2 + D_k) / 6 \} Z_k \\ &\quad + \{ (-3t^3 + 3t^2 + 3t + D_k) / 6 \} Z_{k+1} \\ &\quad + \{ (t^3 + D_k) / 6 \} Z_{k+2} \end{aligned} \quad (13)$$

6

(9)

* 間演算は、前述したように元のサンプル点 (画素) を通ることと、その第1階微分係数が各区分間で連続することが必要とされており、鮮鋭度の比較的高いシャープな2次画像 (補間により得られる画像) を再生するための補間画像データを得る補間関数であるが、一方、原画像の濃度変化が緩い部分についての補間演算では鮮鋭度は比較的低いが滑らかな2次画像を再生するのが望ましい。このように鮮鋭度は比較的低いが滑らかな2次画像を再生する補間画像データを得る補間関数としては例えばビースプライン (Bスプライン) 補間演算が知られている。このビースプライン補間演算は、元のサンプル点 (画素) を通ることは必要とされない代わりに、第1階微分係数および第2階微分係数 ($f''(X)$ で表す) が各区分間で連続することが必要とされる。

【0016】すなわち、

※ 数が、その画素 X_k の前後の画素である X_{k-1} と X_{k+1} について、これらの画像データ Z_{k-1} 、 Z_{k+1} の勾配 $(Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1})$ に一致することが条件であるから、下記式 (6) を満たす必要があら

る。

【0017】

★ Z_k / $(X_{k+2} - X_k)$ に一致することが条件であるから、下記式 (7) を満たす必要がある。

【0018】

☆ 【0019】

$$\text{◆ } D_k = (D_1 Z_{k+2} + D_2 Z_{k+1} + D_3 Z_k + D_4 Z_{k-1}) / 6$$

とおく。また、スプライン補間関数 $f_k(x)$ は上述の通り、 $X=t$ なる変数変換をしているため、

$$f_k(x) = f_k(t)$$

となる。よって、

$$\begin{aligned} f_k(t) &= \{ (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 6 \} t^3 \\ &\quad + \{ (Z_{k+1} - 2Z_k + Z_{k-1}) / 2 \} t^2 \\ &\quad + \{ (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2 \} t + (D_1 Z_{k+2} + D_2 Z_{k+1} + D_3 Z_k + D_4 Z_{k-1}) / 6 \end{aligned}$$

となり、これを画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} について整理すると、下記式 (13) で表すことができる。

ここで、 $t=1$ とおけば、

$$f_{i,1}(1) = \{(D_4-1)/6\} Z_{i,1} + \{(D_3-3)/6\} Z_i + \{(D_2+3)/6\} Z_{i,1} + \{(D_1+1)/6\} Z_{i,2}$$

*

$$f_{i,1}(t) = \{(-t^3+3t^2-3t+D_4)/6\} Z_i + \{(3t^3-6t^2+D_3)/6\} Z_{i,1} + \{(-3t^3+3t^2+3t+D_2)/6\} Z_{i,2} + \{(t^3+D_1)/6\} Z_{i,3} \quad (14)$$

ここで、 $t=0$ とおけば、

$$f_{i,1}(0) = (D_4/6) Z_i + (D_3/6) Z_{i,1} + (D_2/6) Z_{i,2} + (D_1/6) Z_{i,3}$$

連続性の条件 ($f_i(1) = f_{i,1}(0)$)、および各

原画像データに対応する係数同士が等しいという条件に※

$$Z_i = f_i(t) = \{(-t^3+3t^2-3t+1)/6\} Z_{i,1} + \{(3t^3-6t^2+4)/6\} Z_i + \{(-3t^3+3t^2+3t+1)/6\} Z_{i,1} + \{t^3/6\} Z_{i,2} \quad (15)$$

したがって、原画像データ $Z_{i,1}$ 、 Z_i 、 $Z_{i,1}$ 、 Z

$_{i,2}$ にそれぞれ対応する補間係数 $b_{i,1}$ 、 b_i 、

$b_{i,1}$ 、 $b_{i,2}$ は、

$$b_{i,1} = (-t^3+3t^2-3t+1)/6$$

$$b_i = (3t^3-6t^2+4)/6$$

$$b_{i,1} = (-3t^3+3t^2+3t+1)/6$$

$$b_{i,2} = t^3/6$$

となる。

【0022】以上の演算を各区間 $X_{i,2} \sim X_{i,1}$ 、 X

$_{i,1} \sim X_i$ 、 $X_i \sim X_{i,1}$ 、 $X_{i,1} \sim X_{i,2}$ について繰

り返すことにより、原画像データの全体について原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めることができる。

【0023】このように2次画像(補間画像)を高い鮮鋭度でシャープに再生したい場合は例えばキュービックスプライン補間演算を用い、低い鮮鋭度で滑らかに再生したい場合は例えばビースプライン補間演算を用いればよい。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】従来、カラー画像において画像データ補間して画像を拡大縮小する際には、各画素を担持するR、G、Bの各色信号についてそれぞれ上記のような補間演算によりデータ補間が行われている。しかし、鮮鋭度を重視した補間法であるキュービックスプライン補間法を用いると、R、G、Bの各々で異なるパターンのオーバーシュートおよびアンダーシュートが生じ、個々の画素では異なる方向および異なる量の色相ずれとなる。このような補間により得られた可視画像において色相ずれはノイズとして観察されることとなる。

【0025】また、画像中に人物の顔等の肌色領域がある場合には、この肌色領域については補間後においても、粒状を目立たせることのない画像とすることが望ま

* 次に区間 $X_{i,1} \sim X_{i,2}$ については式(13)と同様に、下記式(14)で表すことができる。

【0021】

※より、 $D_4-1=0$ 、 $D_3-3=D_4$ 、 $D_2+3=$

10 D_3 、 $D_1+1=D_2$ 、 $D_1=0$ 、となり、したがって、

$$D_4 = (Z_{i,1} + 4Z_i + Z_{i,1})/6$$

となる。よって、

れている。

【0026】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであつて、鮮鋭度を維持しつつ、補間後にノイズを増加させることなく、補間拡大および縮小を行うことができる、カラー画像補間方法および装置を提供することを目的とするものであり、画像中に肌色領域がある場合にはその画質を維持し粒状を目立たせないで補間拡大および縮小を行うことができるカラー画像補間方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段】本発明のカラー画像データ補間方法は、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間方法であつて、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換し、前記輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色差信号を求め、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0028】また、本発明の他のカラー画像データ補間方法は、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間方法であつて、前記原画像データを構成する各画素データを担持するR、G、Bの色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換し、前記各画素データのうち肌色を示す画素データに対応する輝度信号については安定度重視の補間方法で、前記肌色を示す画素データ以外の画素データに対応する輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補

間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色差信号を求め、前記補間輝度信号および補間色差信号を R, G, B の色信号に変換し、該変換して得られた R, G, B の色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0029】上記の各カラー画像データ補間方法においては、前記鮮鋭度重視の補間方法がキュービックスプライン補間演算を用いるものであり、前記安定度重視の補間方法がビースプライン補間演算を用いるものであることが望ましい。

【0030】本発明のカラー画像データ補間装置は、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間装置であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持する R, G, B の色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第一の変換手段と、前記輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については安定度重視の補間方法で補間色差信号を求める輝度色差信号補間手段と、前記補間輝度信号および補間色差信号を R, G, B の色信号に変換する第二の変換手段とを備え、前記第二の変換手段により変換して得られた R, G, B の色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0031】本発明の他のカラー画像データ補間装置は、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めるカラー画像データ補間装置であって、前記原画像データを構成する各画素データを担持する R, G, B の色信号を、前記各画素データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第一の変換手段と、前記各画素データのうち肌色を示す画素データに対応する輝度信号については安定度重視の補間方法で、前記肌色を示す画素データ以外の画素データに対応する輝度信号については鮮鋭度重視の補間方法で補間輝度信号を求め、前記色差信号については、安定度重視の補間方法で補間色差信号を求める輝度色差信号補間手段と、前記補間輝度信号および補間色差信号を R, G, B の色信号に変換する第二の変換手段とを備え、前記第二の変換手段により変換して得られた R, G, B の色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0032】前記各カラー画像データ補間装置においては、前記輝度色差信号補間手段が、前記鮮鋭度重視の補間方法としてキュービックスプライン補間演算を用い、前記安定度重視の補間方法としてビースプライン補間演算を用いるものであることが望ましい。

【0033】なお、キュービックスプライン補間演算およびビースプライン補間演算は、一般的な鮮鋭度重視の補間演算および安定度重視の補間演算であるが、ここで、鮮鋭度重視の補間処理とは、データ補間時に信号値

の不連続性を強調する補間処理であり、安定度重視の補間処理とは、信号値の連続性を担保する補間処理である。

【0034】

【発明の効果】本発明のカラー画像補間方法および装置においては、R, G, B の色信号で表されていた画像データを一旦輝度色差信号で表し、輝度信号に対しては鮮鋭度重視の補間により補間輝度信号を得、色差信号に対しては安定性重視の補間により補間色差信号を得、補間輝度信号および補間色差信号を再び R, G, B の色信号に変換することにより、R, G, B の色信号で表された補間画像データを得るものであるため、従来、鮮鋭度重視の補間方法により RGB 各色信号についてそれぞれ補間色差信号を求めていたために生じた、データ補間後の可視画像における各画素での異なる方向および異なる量の色相ずれを生じることがない。また、画像の鮮鋭度は輝度変化に依存するものであるが、本発明の方法および装置においては、輝度信号に対しては鮮鋭度重視の補間を行っているため、高い鮮鋭度を維持することができる。

【0035】このようにして、鮮鋭度を維持しつつ、色相のばらつきによるノイズを増加させないで画像の拡大および縮小をすることができる。

【0036】また、特に、画像中に人物の顔等の肌色領域がある場合には、肌色領域の画素データについてはその輝度色差信号を安定度重視の補間方法により補間し、肌色領域以外の画素データについては輝度信号には鮮鋭度重視の補間方法を用い、色差信号には安定度重視の補間方法を用いて補間することにより、色相のばらつきによりノイズを増加させず、かつ、肌色領域の粒状を増加させないで画像の拡大および縮小をすることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の画像データの補間演算方法の実施の形態について説明する。

【0038】図 1 は本発明の画像データの補間演算方法を実施するための具体的な第一の実施形態である補間演算装置 30 を内包する画像再生システムを示す概略ブロック図である。図示の画像再生システムは、画像を表す画像データを記憶した画像データ記憶装置 10 と、所定の再生サイズに適合するように画像データ記憶装置 10 に記憶されたカラー画像データ（以下、1 次画像データまたは原画像データという）Sorg (R, G, B) に対して所定の信号処理を施す画像処理装置 20 と、画像処理装置 20 により所定の信号処理が施された画像データ（以下、2 次画像データまたは補間画像データという）S' (R', G', B) に基づいて、上記所望の再生サイズの可視画像を再生する CRT やプリンタ等の再生手段 40 とを備えた構成である。

【0039】画像処理装置 20 は、例えば、画像を出力する印画紙のサイズ（L サイズ、ポストカードサイズ、A4 サイズなど）に適合するように 1 次画像データ Sorg を信号処理するものであり、特に画像の拡大縮小に際し

て、1次画像データ Sorg とはデータ数の異なる2次画像データ（補間画像データ）を補間演算によって算出する本発明の補間演算装置30を内包しているものである。

【0040】ここで本実施形態において使用される1次画像データ Sorg は、等間隔の周期でサンプリングされた一方向に配列されたサンプリング点（画素） X_{k-2} , X_{k-1} , X_k , X_{k+1} , X_{k+2} ...に対応したデジタル画像データ $(R_{k-2}, G_{k-2}, B_{k-2})$, $(R_{k-1}, G_{k-1}, B_{k-1})$, (R_k, G_k, B_k) , $(R_{k+1}, G_{k+1}, B_{k+1})$, $(R_{k+2}, G_{k+2}, B_{k+2})$, ...である。

【0041】画像処理装置20に内包された補間演算装置30は、各画素データを表すRGBの色信号を下記式(16)に従って、YCC輝度色差信号に変換する第一の信

$$R=Y+C2$$

$$G=Y-0.194 \times C2 - 0.509 \times C1$$

$$B=Y+C1$$

すなわち、本実施形態においては、キュービックスプライン補間演算手段32とピースプライン補間演算手段33とにより輝度色差信号補間手段が構成されている。

【0043】キュービックスプライン補間演算手段32は、既述のキュービックスプライン補間方法に従って、輝度信号Yについての補間輝度信号Yを求める。具体的には、オリジナルのサンプリング点（画素） $X_k \sim X_{k+2}$

$$Y' = c_{k-1} Y_{k-1} + c_k Y_k + c_{k+1} Y_{k+1} + c_{k+2} Y_{k+2} \quad (18)$$

$$c_{k-1} = (-t^3 + 2t^2 - t) / 2$$

$$c_k = (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2$$

$$c_{k+1} = (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2$$

$$c_{k+2} = (t^3 - t^2) / 2$$

（ただし、 t ($0 \leq t \leq 1$) は格子間隔を1とし、画素 X_k を基準としたときの補間点 X_0 の画素 X_{k+1} 方向への位置を示す。）

ピースプライン補間演算手段33は、既述のピースプライン補間方法に従って、色差信号C1およびC2を求め

$$C1 = b_{k-1} C_{1k-1} + b_k C_{1k} + b_{k+1} C_{1k+1} + b_{k+2} C_{1k+2} \quad (19)$$

$$b_{k-1} = (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) / 6$$

$$b_k = (3t^3 - 6t^2 + 4) / 6$$

$$b_{k+1} = (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) / 6$$

$$b_{k+2} = t^3 / 6$$

（ただし、 t ($0 \leq t \leq 1$) は格子間隔を1とし、画素 X_k を基準としたときの補間点 X_0 の画素 X_{k+1} 方向への位置を示す。）

また、実際の画像は画素が2次元に配列されて形成されるため、上記キュービックスプライン補間係数 c_{k-1} , c_k , c_{k+1} , c_{k+2} 、および、ピースプライン補間係数 b_{k-1} , b_k , b_{k+1} , b_{k+2} は、それぞれ画像を構成する画素の互いに異なる2つの配列方向（i方向、j方向とする）ごとに求められるものであり、そのように求められたものを、それぞれ C_{ij} , B_{ij} と表記するものとする。

【0046】ここで、本実施形態の画像再生システムは

*号変換手段31と、

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

$$C1 = -0.299 \times R - 0.587 \times G + 0.886 \times B$$

$$C2 = 0.701 \times R - 0.587 \times G - 0.114 \times B \quad (16)$$

該変換手段31により得られたYCC輝度色差信号のうち輝度信号Yについてキュービックスプライン補間法により補間輝度信号Y'を求めるキュービックスプライン補間演算手段32と、色差信号C1およびC2についてピースプライン補間法により補間色差信号C1'、C2'を求めるピースプライン補間演算手段33と、YCC輝度色差信号を下記式(17)に従って、RGB色信号に変換する第二の信号変換手段34とを備えた構成である。

【0042】

(17)

※ X_{k+1} 間に設けられた補間点 X_p の補間輝度信号Y'を表す3次のキュービックスプライン補間演算式(18)における輝度信号 Y_{k-2} , Y_{k-1} , Y_k , Y_{k+1} , Y_{k+2} にそれぞれ対応する補間係数 c_{k-2} , c_{k-1} , c_k , c_{k+1} , c_{k+2} を、下記にそれぞれ示す演算により求める。

【0044】

★る。具体的には、オリジナルのサンプリング点 $X_k \sim X_{k+2}$ 間に設けられた補間点 X_p の補間色差信号C1'を表す3次のピースプライン補間演算式(19)における色差信号 C_{1k-1} , C_{1k} , C_{1k+1} , C_{1k+2} にそれぞれ対応する補間係数 b_{k-1} , b_k , b_{k+1} , b_{k+2} を、下記にそれぞれ示す演算により求める。C2についてはC1と同様の演算であるため省略する。

【0045】

単に補間画像データS'を出力するだけでなく、補間画像データS'の配列の間隔を原画像データSorgの配列間隔と同一になるように拡張することによって、補間画像は原画像を拡大したものとして再生される。

【0047】次に、本実施形態の画像再生システムの作用について説明する。

【0048】まず、画像処理装置20は画像データ記憶装置10に予め記憶されている1次画像データSorgを読み出す。また画像処理装置20は、再生手段40の印画紙のサイズに応じた拡大画像を表す2次画像データを得るために、この読み出された1次画像データSorgを画像処理装置20内の補間演算装置30に入力する。

【0049】補間演算装置30に入力された1次画像データSorg(R,G,B)は、まず第一の信号変換手段31に入力され、R, G, Bの各色信号は前述の式(16)により輝度色差信号YCCに変換される。

【0050】その後、輝度信号Yはキュービックスプライン補間演算手段32に入力され、色差信号C₁ およびC₂ はビースプライン補間演算手段33に入力される。

【0051】一方、キュービックスプライン補間演算手段32、ビースプライン補間演算手段33は、再生手段40の印画紙のサイズに応じた各補間係数におけるtの値を設定する。例えば2倍の拡大率が入力された場合は、tの値として0.5 および1.0 が設定され、4倍の場合は0.25, 0.5, 0.75, 1.0 の各値が設定され、10倍の場合は0.1, 0.2, ..., 1.0の各値がtの値として設定されて各補間信号が求められる。キュービックスプライン補間演算手段32において求められた補間輝度信号Y' と、ビースプライン補間演算手段33において求められた補間色差信号C₁' およびC₂' とはそれぞれ第二の信号変換手段34に入力され、この第二の信号変換手段34において前述の式(17)により補間色信号R', G', B' に変換される。

【0052】この補間演算装置30において得られた補間色信号R', G', B' は補間画像データS' における各色信号であり、補間画像データS' (R', G', B')は再生手段40に出力される。

【0053】再生手段40は入力された補間画像データS' に基づいた画像を可視画像として再生する。上述の処理により、この再生された可視画像は、輝度成分については鮮鋭度重視の補間法であるキュービックスプライン補間法を用い、その色差成分については安定性重視の補間法であるビースプライン補間法を用いて求められた補間画像データに担持されるものである。このようにして、本発明の補間演算装置30を用いることにより、原画像の鮮鋭度を維持しつつ、色相のばらつきによるノイズを増加させないで、拡大縮小を行うことができる。

【0054】なお、本実施形態の画像再生システムで用いられる補間演算装置30は、画像データ記憶装置10に予め記憶された1次画像データを用いるものについて説明したが、本発明の補間演算装置はこの形態に限るものではなく、画像読取装置により読み取って得られた、画像を表す画像データを用いる形態であってもよい。

【0055】また、本実施の形態においては、輝度色差空間における信号としてYCC輝度色差信号を用いたが、Lab, Luv等で表される輝度色差信号を用いてもよい。

【0056】図3は本発明の画像データの補間演算方法を実施するための第二の実施形態である補間演算装置30' を内包する画像再生システムを示す概略ブロック図である。

【0057】ここでは、上述した第一の実施形態に係る補間演算装置30と異なる構成および異なる補間演算方法についてのみ記載することとし、上述の実施形態と同様の構成要素には同符号を付して詳細な説明を省略する。

【0058】本補間演算装置30' は第一の信号変換手段31から出力された輝度色差信号から各画素が肌色を示す

ものであるか否かを判定する肌色判定手段36を備えるものである。肌色判定手段36は、第一の信号変換手段31により色信号(R, G, B)から変換されて得られた輝度色差信号(Y, C₁, C₂)が入力され、この色差信号C₁, C₂に基づいて各画素データがそれぞれ肌色を示すものであるか否かを判定し、肌色を示すものであると判定した画素データの輝度信号y₂をビースプライン補間演算手段33に入力し、肌色を示すものでないと判定した画像データの輝度信号y₁をキュービックスプライン補間演算手段32に入力する。

【0059】肌色判定手段36において各画素が肌色を示すものであるか否かは以下のようにして求める。第一の信号変換手段31により得られた色差信号C₁, C₂を用い、

【0060】

【数1】

$$V = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}, \quad \theta = \tan(C_2 / C_1)$$

【0061】に基づいて、注目画素の色度図における位置を示すV、θを求める。肌色と認識されるV、θの範囲を予め実験的に求めておき、判定手段36に記憶させておく。例えば、V₁ < V < V₂かつθ₁ < θ < θ₂であるとき肌色と認識される場合、判定手段36においては、色差信号C₁, C₂から上式に基づいて得られるV、θが上記範囲を満たすか否かを判定する。すなわち、V、θが該範囲を満たすものであるとき肌色であり、範囲外のものであるとき肌色でないと判定する。

【0062】所定画素データについての色差信号C₁, C₂から該画素が肌色であると判定された場合、この画素データについての輝度信号y₂はビースプライン補間演算手段33に入力されて安定性重視の補間処理が施される。一方、画素が肌色でないと判定された場合、この画素データについての輝度信号y₁はキュービックスプライン補間演算手段32に入力されて鮮鋭度重視の補間処理が施される。なお、このとき色差信号C₁およびC₂は第一の実施形態の場合と同様にビースプライン補間演算手段33に入力されて安定度重視の補間処理が施される。このようにして、本発明の補間演算装置30'を用いることにより、原画像の鮮鋭度を維持しつつ、色相のばらつきによるノイズを増加させないで、かつ、肌色領域の粒状を増加させることなく画像の拡大縮小を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像データの補間演算方法を実施するための第一の補間演算装置を内包する画像再生システムを示す概略ブロック図

【図2】等間隔の周期でサンプリングされた一方向に配列されたサンプリング点(画素)の原画像データからキュービックスプライン補間演算により補間画像データを求める作用を説明するグラフ

【図 3】本発明の画像データの補間演算方法を実施するための第二の補間演算装置を内包する画像再生システムを示す概略ブロック図

【符号の説明】

10 画像データ記憶装置

20 画像処理装置

* 30 補間演算装置

31 第一の信号変換手段

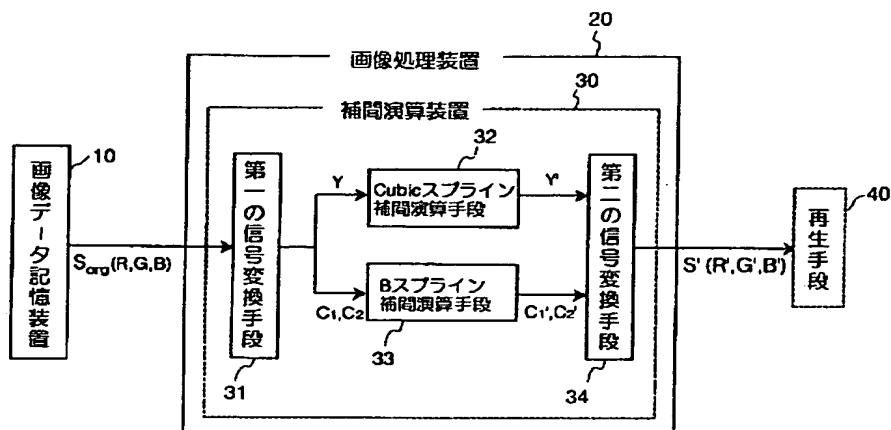
32 キュービックスプライン補間演算手段

33 ビースプライン補間演算手段

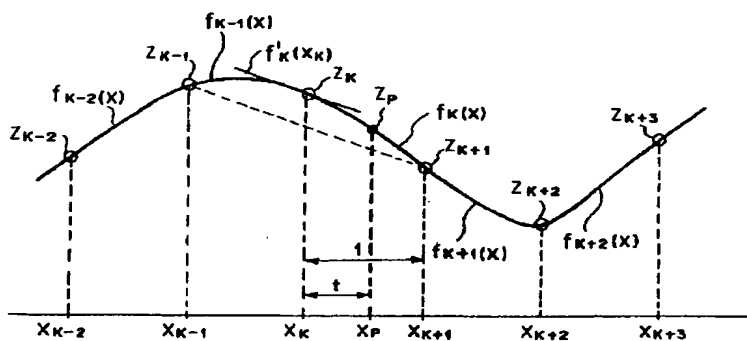
34 第二の信号変換手段

* 40 再生手段

【図 1】



【図 2】



【図3】

